

## **Titel: Elektrodensystem für eine Hochdruckentladungslampe**

### **Technisches Gebiet**

Die Erfindung geht aus von einem Elektrodensystem für eine Hochdruckentladungslampe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Es handelt sich dabei insbesondere um Elektroden für Hochdruckentladungslampen, die Quecksilber und/oder Natrium enthalten. Ein Anwendungsgebiet sind beispielsweise Metallhalogenidlampen,  
 5 ein weiteres insbesondere Natriumhochdrucklampen.

### **Stand der Technik**

Aus der EP 587 238 und WO 95/28732 ist bereits ein Elektrodensystem für eine Hochdruckentladungslampe bekannt, bei dem eine Elektrode und eine Durchführung verwendet werden, wobei auf dem Elektrodenschaft eine Wendel angebracht ist. Gleichzeitig ist auf der Durchführung eine umhüllende Wicklung angebracht. Sie  
 10 dient teils der Verbesserung der Abdichtung und dem Schutz vor Korrosion, insbesondere aber bei keramischen Entladungsgefäßen füllt die Wendel das Totvolumen in der Kapillare; außerdem passt der thermischen Ausdehnungskoeffizient des üblicherweise verwendeten Molybdäns besser zu  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Häufig besteht die Wendel aus Wolfram, um die hohen Temperaturen in Entladungsnähe auszuhalten. Bei der  
 15 Wicklung kommt es eher auf Verträglichkeit mit dem Glaslot an, so dass hier meist ein Molybdändraht verwendet wird. Im allgemeinen ist die Durchführung massiver als der Schaft und entsprechend ist die Wicklung aus deutlich dickerem Draht als die Wendel. Übliche Elektrodensysteme für niedrige Wattagen bis etwa 100 W sind häufig dreiteilig, wobei die Durchführung zweiteilig mit einem Anschlussstück zum E-  
 20 lektrodenschaft aus Molybdänstift und einem Niobstift als Endstück gestaltet ist. Höherwattige Lampen sind häufig drei- oder vierteilig, sie verwenden als Anschlussstück meist ein stiftförmiges Cermetteil.

### Darstellung der Erfindung

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Elektroden-System gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, mit dem die Betriebseigenschaften von Hochdruckentladungslampen verbessert werden und insbesondere auch bessere Lichtstrom- und Maintenance-Eigenschaften erzielt werden.

- 5 Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Eine weitere Aufgabe ist die Bereitstellung einer Lampe mit einem derartigen Elektroden-System.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 18 gelöst.

- 10 Erfindungsgemäß wird eine starre Verbindung zwischen Wendel und Wicklung hergestellt, die die Qualität verbessert und zu besser reproduzierbaren Ergebnissen im Verhalten der Lampe führt. Es besteht dadurch eine feste Abstandsbeziehung zwischen Wendel und Wicklung, so dass die ohnehin erforderliche exakte Justierung der Wicklung automatisch eine exakte Justierung der Wendel nach sich zieht. Eine  
15 derartige Verknüpfung wurde aufgrund der an sich völlig unterschiedlichen Anforderungsprofile für Wendel und Wicklung bisher nicht in Betracht gezogen.

- Für das Grundprinzip der Erfindung spielt es dabei keine Rolle, wie das Elektroden-System genau aufgebaut ist. Im allgemeinen besteht es zumindest aus einem Elektroden-Schaft mit einem Kopf, der als Wendel gestaltet ist, und einem Anschluss-  
20 teil. Zumindest auf einem Teil des Anschlussteils ist eine umhüllende Wicklung aufgebracht.

Das Anschlussteil kann einerseits integral mit dem Elektroden-Schaft verbunden sein. Dabei besteht das integrale Teil meist aus einem Stift, der aus Wolfram gefertigt ist.

- 25 Das Anschlussteil kann jedoch auch ein separates Teil sein. In diesem Fall ist es häufig baulich vereinigt mit einem Teil der Durchführung, die an das Anschlussteil angesetzt ist. Üblich sind Anschlussteile aus Molybdän, Wolfram oder Cermet. In diesem Fall ist der Durchmesser des Anschlussteils häufig merklich (bis 150 %)

oder sogar erheblich (bis 400%) größer als der Durchmesser des Elektrodenschafts. Das erfindungsgemäße Konzept kann dem dadurch Rechnung tragen, dass bei sehr großem Unterschied im Durchmesser der Wendel und der Wicklung diese beiden Teile aus separaten Werkstücken gefertigt sind, die miteinander verbunden sind.  
5 Eine typische starre Verbindung lässt sich beispielsweise durch Schweißen, Löten oder Verwickeln erzielen.

Besondere Vorteile entfaltet die Erfindung aber dann, wenn der Durchmesser von Elektrodenschaft und Anschlussstück nicht allzu verschieden gewählt werden und sich nicht mehr als 50 % voneinander unterscheiden, insbesondere sogar bis auf 20 %  
10 gleich sind. In diesem Fall kann Wendel und Wicklung einstückig aus einem Draht gefertigt werden. Dabei sind Wendel und Wicklung über eine sog. Wicklungsunterbrechung miteinander verbunden. Diese Technik hat den Vorteil, dass Wendel und Wicklung in einem Arbeitsvorgang direkt auf das Elektrodensystem aufgebracht werden, und nicht wie bisher üblich separat gefertigt und dann noch mühsam separat  
15 aufgebracht werden müssen. Somit stellt diese neue Technik einen Quantensprung in der Kostenreduzierung und Qualitätsverbesserung für Elektrodensysteme und damit hergestellte Hochdruckentladungslampen dar.

Die Erfindung versetzt die Fachwelt insbesondere in die Lage, die Herstellung von mit Elektroden bestückten keramischen Entladungsgefäßen zu vereinfachen und zu  
20 verbilligen. Dabei steht insbesondere auch die Entwicklung von Lampen mit kleiner Leistung im Blickpunkt. Denn das einfache und zuverlässige Fertigungsverfahren ermöglicht erstmals geringe Toleranzen in der Fertigung, insbesondere von kleinen Wattagen im Bereich von 20 bis 75 W.

Übliche Elektrodensysteme sind dreiteilig und bestehen aus einem Elektrodenschaft  
25 aus Wolfram und einer zweiteiligen Durchführung mit einem Anschlussstück aus Molybdän, auf das die Wicklung aufgebracht ist und einem Endstück aus Niob. Das Anschlussstück besteht häufig auch aus einem elektrisch leitenden Cermet, bestehend aus Molybdän und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mit in etwa gleichen Anteilen, wie an sich bekannt. Diese Ausführungsform ist eher für kleinere Wattagen bis 150 W üblich. Die Wicklung auf  
30 dem Anschlussstück kann durch eine weitere Wicklung modifiziert sein. Diese weitere Wicklung kann in etwa gleiche Eigenschaften wie die erste Wicklung haben und eine ergänzende zweite Lage aus dem gleichen Material auf der ersten Wicklung

bilden, oder auch aus anderem Material bestehen, oder zur besseren Stabilisierung als Umspinnungsdraht auf der eigentlichen Wicklung ausgeführt sein.

Eine weitere Ausführungsform für höhere Wattagen (150 bis 400 W) verwendet ein vierteiliges Elektrodensystem, wobei zwischen Anschlussteil, häufig aus Molybdän, und Endstück, häufig aus Niob, ein Zwischenstück, meist ein Cermet, eingebracht ist.

Im allgemeinen werden die verschiedenen Bestandteile des Elektrodensystems, das üblicherweise zwei- bis vierteilig ist, verschweißt oder verlötet oder mechanisch verbunden, beispielsweise durch Crimpen oder Stecken.

Das erfindungsgemäße Elektrodensystem kann sowohl in keramischen als auch in glasgefertigten Entladungsgefäßen für Hochdruckentladungslampen verwendet werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Entladungsgefäß einseitig oder zweiseitig verschlossen ist. Im Falle einer einseitigen Quetschung ist die Elektrode abgebogen. Die Elektrode wird im Entladungsgefäß über ihren Schaft gehalten, beispielsweise durch eine Durchführung, die Teil des Schaftes ist oder daran angesetzt ist, wobei diese Durchführung in einer keramischen Kapillare abgedichtet ist, wie an sich bekannt, oder in einer Quetschung oder Einschmelzung.

Die Wendel auf dem Elektrodenschaft kann bündig mit dem Schaft abschließen, oder auch vorstehen oder zurückgesetzt sein.

Damit ist eine besonders einfache Fertigung der Elektrode möglich. Ausgangsmaterial ist beispielsweise ein Endlosgewickel, das Wickelabschnitte und Unterbrechungen der Wicklung enthält. Ein erster Wickelabschnitt kann die Wendel (W) bilden, ein benachbarter, über eine sog. Unterbrechung (U) beabstandeter zweiter Wickelabschnitt die Wicklung (W) bilden. Im Prinzip ist ein derartiges sog. WUW-Gewickel mit beliebiger Länge, insbesondere mit beliebiger Länge der gewickelten Segmente und der Unterbrechungen, herstellbar und verwendbar.

Eine typische Lampe mit mindestens einem Elektrodensystem weist zumindest ein Entladungsgefäß auf, das Metaldampf enthält, insbesondere Quecksilber und/oder Natrium, wobei das Entladungsgefäß aus Glas oder Keramik gefertigt ist. Bevorzugt handelt es sich um relativ niederwattige Lampen mit einer Leistung von 20 bis 400

W. Jedoch sind höherwattige Lampen, beispielsweise bis 2000 W, nicht ausgeschlossen.

Das bevorzugte Herstellverfahren zur Herstellung eines Elektrodensystems kann auch dahingehend modifiziert sein, dass statt eines durchgehenden Kernstifts, der die Aufgabe des Schafts und des Anschlussteils in einem löst, ein Kernstift verwendet wird, der aus zwei Teilen mit unterschiedlichem Durchmesser zusammengesetzt ist.

Das Schneiden des Endlosgewickels in Abschnitte erfolgt bevorzugt mittels Draht-erodieren oder durch Anwendung von Laserpulsen. Ein derartiges Gewickel besitzt gute Maßhaltigkeit. Die Wendel kann nicht mehr verrutschen. Ein bündiger Abschluss der Wendel am Kernstift bleibt erhalten. Ein Abfallen der Wendel bei starker Belastung ist jetzt ausgeschlossen.

Zudem wird ein definierter Wärmeübergang erzeugt. Die Elektrodenparameter bleiben innerhalb eines Fertigungsloses jetzt gleich, so dass auch der Kontakt und somit anfängliche Wärmeübergang nach dem Lampenstart zwischen Wendel und Schaft bei allen Lampen praktisch identisch ist. Separate Mittel zur Befestigung der Wendel, wie beispielsweise Überstände wie in DE-A 198 08 981 beschrieben, werden jetzt nicht mehr benötigt. Ein weiterer Vorteil der neuen Herstellungsmethode ist, dass sich die Elektrode durch den Verzicht auf das Aufschieben nicht mehr verbiegen kann. Die extrem schonende Fertigung bewirkt, dass keine Spleiße mehr im Elektrodenbereich abstehen, so dass das Schwärzungsverhalten und die Bogenruhe verbessert werden.

Mit dem neuen Herstellverfahren können extrem einfache, nämlich nur aus zwei Teilen bestehende Elektrodensysteme gefertigt werden, die auch für sehr geringe Wattagen maßhaltig sind. Für eine 20 W-Lampe mit Wendel gab es bisher noch kein großtechnisch sinnvolles Herstellverfahren.

Damit lassen sich auch spezielle Bauteile, die als Frontstücke des Elektrodensystems fungieren, erstellen und insbesondere eine hochgradige Symmetrie aufweisen. Der Vorteil symmetrischer Elektrodensysteme bzw. von Bauteilen, die Frontstücke bilden, ist, dass dadurch die erste oder einzige Schweißung, die Bestandteile des Elektrodensystems miteinander verbindet, weiter weg vom Entladungsbogen ange-

ordnet ist, wodurch das Problem überhitzter Schweißpunkte und abknickender Elektrodenköpfe minimiert wird.

Bei hoher Leistung, beispielsweise 150 bis 600 W, ist jetzt ein kostengünstiges Dreiteil-Design möglich statt eines aufwendigen Vierteil-Designs, da ein Frontstück in  
5 seiner Länge maßgeschneidert werden kann, wodurch auch hier der Schweißknoten aus der heißen Zone verlagert werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass in kühleren Regionen das besser angepasste Cermet verwendet werden kann. Bisher war bei großen Wattagen ein Dreiteil-Design nicht möglich, weil zum einen ein Cermetmaterial nicht ausreichend wärmestabil ist und umgekehrt eine Verlängerung des  
10 Kernstifts bis in die Durchführung hinein sich wegen des aufgrund dieser Maßnahme entstehenden großen Totvolumens in der Kapillare verbietet. Zum andern kann auch kein Molybdänstift verwendet werden, weil dann die Abdichtung nicht ausreichend funktioniert. Ein großer Stift aus Molybdän ist zu wenig im thermischen Ausdehnungskoeffizienten an die Keramik der Kapillare angepasst.

15 Das neue Herstellverfahren für ein Elektrodensystem mit Wendel und Wicklung macht die Herstellung erheblich einfacher und kostengünstiger und erleichtert die Automatisierung.

Die neue Elektrode eignet sich sehr gut für die Herstellung mittels Laser. Typisch wird für diese Arbeiten ein Nd-YAG-Laser verwendet. Der Laser kann als Schnei-  
20 dewerkzeug verwendet werden oder für die Materialbearbeitung, insbesondere den Abtrag. Im ersten Fall wird ein besonders gerader, gratfreier Schnitt erzielt, im zweiten Fall lässt sich ein vorstehender Kernstift an der Spitze der Elektrode auf einfache berührungsfreie Weise erzielen. Ein weiteres Anwendungsgebiet des Lasers ist, dass die Querschnittsfläche des Distanzstückes damit elegant lokal reduziert werden kann. Dieses teilweise Abtragen dient dazu, den Wärmefluss zwischen Wen-  
25 del und Wicklung zu verringern. Dabei kann sowohl die Höhe als auch die Breite des Drahtes verringert werden. Bevorzugt wird die Höhe verringert, weil damit an dieser Stelle der Außendurchmesser verringert werden kann. Der Abstand zur Kapillare eines keramischen Entladungsgefäßes wird dadurch vergrößert, was die Gefahr  
30 von Rissen verringert.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist die Reduzierung der Dicke der Wicklung, indem nachträglich die letzten Windungen in ihrer Höhe vermindert werden. vorteil-

haft wird damit am Ende die Schweißbarkeit verbessert und die Einbettung in die Schmelzkeramik, die hier den Anschlussstift umgibt, gelingt besser.

Typisch ist eine Höhenreduzierung um 30 bis 65 %. Dies ist insbesondere bei kleinen Wattagen bis 100 W wichtig.

- 5 Insbesondere kann eine zusätzliche Umwicklung des Anschlussteils vorgesehen sein. Diese kann separat hergestellt sein und evtl. nachträglich aufgeschoben sein. Sie kann aber auch direkt aus dem Draht des Gewickels integral hergestellt sein. Sie kann einlagig oder zweilagig sein und als Einfach- oder Doppelgewickel realisiert sein. Eine weitere Möglichkeit ist ein einlagiges Umspinnungsgewickel.

### **Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

- 10 Im folgenden soll die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 eine Hochdruckentladungslampe, im Schnitt;

Figur 2 eine weitere Hochdruckentladungslampe, im Schnitt;

Figur 3 ein Elektrodensystem für die Lampe der Figur 2, im Schnitt;

- 15 Figur 4 bis 13 weitere Ausführungsbeispiele von Elektrodensystemen.

### **Bevorzugte Ausführung der Erfindung**

- Figur 1 zeigt schematisch als Ausschnitt eine Metallhalogenidlampe 1 mit zweiseitig verschlossenem keramischem Entladungsgefäß 2 mit einer Leistung von 150 W. Die Elektroden 3 bestehen aus Stiften 4, die als Elektrodenschaft durchgängig konstanten Durchmesser besitzen. Er beträgt etwa 500 µm. In einem Abstand von 0,3 mm von der Entladungsseitigen Spitze des Stifts ist eine Wendel 5 von 180 µm Durchmesser auf dem Schaft 4 angebracht. Im Entladungsgefäß 2 ist eine Metallhalogenidfüllung eingefüllt. Die Enden 6 des Entladungsgefäßes sind mittels Kapillaren 7 verschlossen, die eine zweigeteilte Durchführung 8, 9 eng umschließen, bestehend aus einem inneren Anschlussteil 8 und einem äußeren Endstück 9. Das Endstück 9 ist ein Niobstift.
- 20
- 25

Fig. 2 zeigt im Detail ein Ende des Entladungsgefäßes 2. Das Endstück 9 ist mittels Glaslot 10 in der Kapillare 7 abgedichtet ist. Das Anschlussstück 8 besteht aus Molybdän. Es ist ein Stift (verdeckt), der von einer Wicklung 11 aus Molybdän umhüllt ist. Der Durchmesser des Anschlussstücks 8 ist erheblich größer als der des als Schaft fungierenden Kernstifts 4 der Elektrode. Die auf dem Schaft befindliche als Elektrodenkopf dienende Wendel 5 ist über eine Unterbrechung 12, die eine oder mehrere Windungen umfasst, mit der Wicklung 11 verbunden. Die Anzahl der Windungen beträgt bevorzugt ein bis drei.

Fig. 3 zeigt schematisch ein anderes Ausführungsbeispiel eines Elektrodensystems 13 für die Lampe der Figur 2 im Detail. Es besteht aus einem durchgehenden Stift 4, der gleichzeitig die Aufgabe des Schafts und des Anschlussstücks wahrnimmt. Am entladungsseitigen Ende ist eine Wendel 5 aufgebracht, die etwa 6 Windungen eines Drahtes umfasst und bündig abgeschnitten ist. Am durchführungsseitigen Ende ist eine Wicklung 11 desselben Drahtes, der aus Wolfram besteht, aufgebracht. Sie umfasst etwa 30 Windungen. Wendel 5 und Wicklung 11 sind integral gefertigt und über eine Unterbrechung 15, die eine Windung umfasst, verbunden. Der Abstand zwischen Wendel und Wicklung entspricht etwa dem Dreifachen der Länge der Wendel 5.

Allgemein gilt, dass der Abstand zwischen Wendel und Wicklung bevorzugt mit der Wattage steigt.

In Figur 4 ist das Elektrodensystem 13 ähnlich wie in Figur 3 aufgebaut. Jedoch sind Wendel 5 und Wicklung 11 nicht integral, sondern separat. Die Wicklung 11 ist aus Molybdän, da dieses sich am besten zur Anpassung an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Keramik der Kapillare 7 eignet. Derartige Elektrodensysteme dürfen allerdings wegen des relativ niedrigen Schmelzpunkts von Molybdän nicht allzu stark belastet werden. Anders ausgedrückt sind diese Systeme für Leistungen bis 100 W gut geeignet, darüber aber nur bedingt. Andere geeignete Materialien für das Elektrodensystem sind Wolfram, Tantal und Rhenium, allein oder in Kombination. Ggf. dient ein Material als Beschichtung auf dem andern. Der Drahtdurchmesser der Wicklung 11 ist deutlich kleiner als der der Wendel 5, um das Totvolumen möglichst klein zu halten. Wendel und Wicklung sind über einen Schweißpunkt S am Ende der Unterbrechung miteinander verbunden.



Das Elektrodensystem 13 ist dadurch vervollständigt, dass an das Anschlussstück 8 noch das Endstück 9 der Durchführung aus Niob mit deutlich größerem Durchmesser angeschweißt ist. Der Außendurchmesser der Wicklung und der Durchmesser des Niobstifts sind etwa gleich groß.

5 In einer bevorzugt Ausführungsform besteht die Lösung des Problems der thermischen Anpassung besteht darin, die Wicklung aus einer geeigneten Kombination von Materialien zu fertigen. Dies gilt insbesondere für hochbelastete Lampen. In Figur 5 ist ein Elektrodensystem 13 im Ausschnitt gezeigt, bei dem das Problem der Anpassung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten gegenüber dem Material  
10 der Kapillare gelöst wird, indem auf die eigentliche Wicklung 11, die aus Wolfram besteht und die wie in Figur 3 integral mit der Wendel ist, ein zweites Gewickel 14 aufgetragen wird, das aus Molybdän besteht. Das Gewickel 14 ist in aller Regel wegen der Minimierung des Totvolumens aus dünnerem Draht, in der Regel 20 bis 50 % dünner, gefertigt.

15 In Figur 6 ist ein Teil eines Elektrodensystems gezeigt, das ein Standard-Bauteil als Frontstück 20 am der Entladung ausgesetzten Ende des Elektrodensystems verwendet. Es besteht aus einem Kerndraht 21, der den Schaft und den daran anschließenden ersten Abschnitt des Anschlussstücks bildet. Die Wendel 22 ist am ersten Ende des Schafts montiert, und zwar insbesondere so, dass die Wendel 22  
20 bündig mit dem Schaft abschließt. Die Wicklung 23, die die gleiche Länge wie die Wendel 22 besitzt, ist am zweiten Ende des Schafts ebenfalls bündig montiert, wobei eine Unterbrechung 24 dazwischen angeordnet ist. Aufgrund der gleichen Länge von Wendel 22 und Wicklung 23 ist das Bauteil symmetrisch, was die Verwendung in der Fertigung enorm vereinfacht, weil aufgrund der Symmetrie nicht auf die Ausrichtung des Bauteils beim Einbau geachtet werden muss. In anderen Worten sind  
25 Wendel und Wicklung hier als gleichartige Teile konzipiert, die gegeneinander ausgetauscht werden können.

In Figur 7 ist gezeigt, wie das Frontstück 20 an weitere Komponenten der Durchführung angesetzt wird. Dabei wird das Frontstück 20 mit einem Mittelteil oder Zwischenstück 25 aus Cermet, das mit einer separaten Wicklung 26 umhüllt ist, verschweißt. Daran angesetzt ist das Endstück 27 aus Niob, ebenfalls über Schweißung. Die klassischen Grenzen zwischen Elektrode und Durchführung sind also  
30 zugunsten konstruktiver Vorteile aufgehoben.

Der besondere Vorteil dieser Anordnung ist, dass hier der Außendurchmesser der Wicklung 23 und des separaten Gewickels 26 des Mittelteils 25 nicht gleich groß sein müssen, da das Frontstück 20 bezüglich Geometrie und Material auf die Bedürfnisse der Wendel 22 optimiert werden kann, während das Mittelteil 25 auf eine Hüll- und Abdichtwirkung in der Kapillare hin optimiert werden kann.

In Figur 8a und 8b ist ein Elektrodensystem 30 gezeigt, bei dem die Vorteile eines fixierten Abstands zwischen Wendel 35 und Wicklung 39 demonstriert sind. Das Frontstück 31 ist neuartig gemäß Figur 8a gestaltet. Dagegen können Anschlussstück 32 und Endstück 33 konventionell ausgebildet sein, also beispielsweise, indem ein Molybdän-Gewickel 39 auf einem Molybdän-Stift 34a (gestrichelt) aufgebracht ist und mit einem Endstück 33, einem Stift aus Niob, verschweißt ist. Hier ist ein Frontstück 31 verwendet, das gemäß Fig. 8a aus einem Schaft 34 aus Wolfram besteht, auf dem eine Wendel 35 aus Wolfram aufgebracht ist. Zusätzlich ist jedoch noch eine Unterbrechung 36 auf den Schaft 34 gewickelt, die sich bis zum rückwärtigen Ende 37 des Schafts erstreckt.

Gemäß Figur 8b kann dieses Frontstück 31 mit dem konventionellen Anschlussstück 32 verschweißt werden. Der stark schematisiert dargestellte Schweiß-Verbindungspunkt 38 verbindet nicht nur die Kernstifte 34 und 34a, sondern auch die Unterbrechung 36 mit der Wicklung 39. Auch hier können Geometrie und Materialien aufgrund der Entkopplung zwischen Frontstück und Mittelteil auf die jeweiligen spezifischen Anforderungen hin optimiert werden.

In Figur 9 ist ein Elektrodensystem 13 gezeigt, bei dem die Baueinheit einen Kernstift 4 als Schaft und integrales Anschlussstück besitzt. Während die Wendel 5 wie üblich am entladungsseitigen Ende des Schafts 4 sitzt, ist die Wicklung 11 länger als das darin verborgene Anschlussstück 4', so dass in den Hohlraum 15 am rückseitigen Ende des Anschlussstücks das Endstück eingeschoben und dann gecrimpt werden kann. Damit kann auf einen Schweißvorgang verzichtet werden.

In Figur 10 ist eine Alternative zu Figur 9 gezeigt, bei der als einziger Unterschied am rückwärtigen Ende des Anschlussstücks 4' eine zusätzliche Unterbrechung 16 angesetzt ist, und zwar ohne Kernstift. In diesem Ausführungsbeispiel wird das Endstück in den Hohlraum 15 eingesetzt und von Unterbrechung 16 gecrimpt.

In Figur 11 ist ein Elektrodensystem 13 gezeigt mit einem dreiteiligen Design: ein unsymmetrisches Frontstück 17 mit durchgehendem Kernstift 4, der den Schaft und

den ersten Teil des Anschlussteils bildet. Darauf sitzt eine kurze Wendel 18 und eine lange Wicklung 19. Daran ist ein Cermetstift 28 mit umgebenden Molybdänge-  
wickel angeschweißt, an dieses wiederum ist ein Endstück 29 angeschweißt. Der  
Schweißpunkt ist jeweils mit 38 bezeichnet.

- 5 In Figur 12 ist ein Frontstück 35 gezeigt, bei dem die Unterbrechung 40 zwei Win-  
dungen lang ist. Das Verhältnis zwischen Außendurchmesser der Wendel 14 und  
Außendurchmesser der Wicklung 29 ist hier 1:3. in die Wicklung kann ein geeignet  
dimensioniertes Mittelstück eingepasst werden.

Ein konkretes Beispiel einer Bemaßung ist eine 70 W-Lampe, bei der der Schaft 21  
10 einen Durchmesser von 250  $\mu\text{m}$  hat und der darauf gewickelte Draht für Wendel  
und Wicklung einen Durchmesser von 150  $\mu\text{m}$  besitzt. Ein daraus gefertigtes sym-  
metrisches Frontstück (siehe Figur 6 und 7) hat eine Länge der Wendel 22 von 1,1  
mm, eine Länge der Unterbrechung 24 (1 Windung) von 1,8 mm und eine Länge der  
Wicklung 23 von wieder 1,1 mm. Ein daran angesetztes Mittelteil 25, das mit Molyb-  
15 dändraht 26 umwickelt ist, hat eine Länge von 8,5 mm mit einem Kernstift von 400  
 $\mu\text{m}$  Durchmesser und einem Wickeldraht von 140  $\mu\text{m}$  Durchmesser. Ein daran an-  
gesetztes Endstück 27 aus Niob hat eine Länge von 16,8 mm und besteht aus ei-  
nem Niobstift mit 730  $\mu\text{m}$  Durchmesser.

Die Bemaßung einer 35 W-Lampe sieht vor: der Niobstift 27 hat einen Durchmesser  
20 von 610  $\mu\text{m}$ ; der Molybdän-Kernstift 25 des Mittelteils hat einen Durchmesser von  
300  $\mu\text{m}$  und ist umwickelt von einem Molybdändraht 26 mit 130  $\mu\text{m}$  Durchmesser;  
der Kernstift 21, der als durchgängiges Teil für Elektrodenschaft und Anschlussteil  
wirkt, hat einen Durchmesser von 154  $\mu\text{m}$ ; auf ihn ist eine Wendel 22, Unterbre-  
chung 24 und Wicklung 23 aus einem Draht von 122  $\mu\text{m}$  Durchmesser gewickelt.

25 Die Bemaßung einer 150 W-Lampe sieht vor: der Niobstift 27 hat einen Durchmes-  
ser von 880  $\mu\text{m}$ ; der Molybdän-Kernstift 25 des Mittelteils hat einen Durchmesser  
von 540  $\mu\text{m}$  und ist umwickelt von einem Molybdändraht 26 mit 150  $\mu\text{m}$  Durchmes-  
ser; der Kernstift 21, der als durchgängiges Teil für Elektrodenschaft und Anschlus-  
teil wirkt, hat einen Durchmesser von 500  $\mu\text{m}$ ; auf ihn ist eine Wendel 22, Unterbre-  
30 chung 24 und Wicklung 23 aus einem Draht von 180  $\mu\text{m}$  Durchmesser gewickelt.

Der Durchmesser DA des Anschlussteils kann zwischen 50 und 400 % des Durch-  
messer DS des Schafts betragen.

Generell können separate Wendel und Wicklung miteinander starr verbunden sein, indem entweder das Ende der Unterbrechung mit dem Beginn der Wicklung oder der Wendel verschweißt ist. dabei ist die Unterbrechung entweder an die Wicklung oder Wendel integral angesetzt. Alternativ kann die Unterbrechung auch separat  
5 von Wendel und Wicklung sein und benötigt dann zwei Schweißpunkte. Statt einer Schweißung oder Lötung etc. ist auch eine rein mechanisch starre Verbindung möglich, beispielsweise durch Einfädeln der Unterbrechung in das u.U. aufgebogene Ende der Wendel oder Wicklung ähnlich den für Halogenglühlampen bekannten Techniken.

10 Statt einer Wicklungsunterbrechung, die schraubenförmig gewunden ist, kann die Unterbrechung auch als gerades Distanzstück 41 ausgebildet sein, das beispielsweise über Schweißpunkte 42 zwischen Wendel 5 und Wicklung 11 eingesetzt ist, siehe Figur 13.

In Figur 14 ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem der Kerndraht 21 von einer  
15 Unterbrechung 24 umwunden ist, die teils ein unversehrter Drahtabschnitt 24u und teils ein Drahtabschnitt 24r ist, bei dem der Durchmesser auf etwa 60 % abgetragen ist, was mittels Laserbearbeitung am einfachsten realisiert werden kann. Auf diese Weise wird der Wärmefluss vom Kopf der Elektrode nach hinten unterdrückt. Eine Alternative ist in Figur 15 gezeigt, die im Prinzip die Darstellung der Figur 9 zeigt,  
20 jedoch mit dem Unterschied, dass hier die Unterbrechung gleichmäßig seitlich eingeschnürt ist (41) oder einseitig eingeschnürt ist (42). Beides kann wieder mittels Laser, aber auch mechanisch, hergestellt werden.

In Figur 16 ist gezeigt, dass ein endständiger Teil 45 der Wicklung 11, der also am entladungsfernen Ende sitzt, einen reduzierten Durchmesser aufweisen kann, um  
25 den Bereich der Wicklung, der mit Schmelzkeramik oder Glaslot 10 in Berührung kommt, zu optimieren; siehe zum besseren Verständnis Figur 2. Der Stift 4 und die Unterbrechung 12 sowie die Wendel 5 entsprechen dabei der in Figur 2 gezeigten Anordnung. Auch hier ist der Abtrag der Höhe im Teil 45 am besten mit dem Laser zu bewerkstelligen.

## **Ansprüche**

1. Elektrodensystem (13) für eine Hochdruckentladungslampe, bestehend zumindest aus einer Elektrode, die einen stiftförmigen Schaft (4) besitzt mit einer in der Nähe des entladungsseitigen freien Endes aufgebracht Wendel (5) und einem mit dem Schaft (4) verbundenen Anschlussteil (8), und wobei auf dem Anschlussteil eine  
5 umhüllende Wicklung (11) aufgebracht ist, dadurch gekennzeichnet, dass Wendel (5) und Wicklung (11) miteinander über ein Distanzstück (41) verbunden sind.
2. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser DA des Anschlussteils 50 % bis 400 % des Durchmessers DS des Schafts beträgt.
- 10 3. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Wendel (5) und Wicklung (11) separate Teile sind, die miteinander starr verbunden sind.
4. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Wendel (5) und Wicklung (11) eine integrale bauliche Einheit darstellen.
5. Elektrodensystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass Wendel und Wicklung über eine Wicklungsunterbrechung (24) als Distanzstück miteinander  
15 verbunden sind.
6. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil ein separates Teil ist.
7. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil eine integrale Verlängerung des Schaftes ist.  
20
8. Elektrodensystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Schaft aus hochschmelzendem, elektrisch leitendem Material, bevorzugt aus Wolfram oder Tantal allein oder überwiegend aus Wolfram oder Tantal besteht.
9. Elektrodensystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlussteil allein aus Molybdän, Niob, elektrisch leitendem Cermet oder überwiegend aus  
25 einem oder einer Legierung dieser Materialien besteht.

10. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Wendel (5) und Wicklung (11) aus demselben Material bestehen.
11. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Wendel und Wicklung aus Molybdän und/oder Wolfram bestehen.
- 5 12. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Wendel und Wicklung gleiche Steigung besitzen.
13. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Elektrodensystem ein Frontstück umfasst, bei dem Wendel und Wicklung symmetrisch zueinander sind.
- 10 14. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Wicklung (11) oder einen Teil davon mindestens eine weitere Wicklung oder Umspinnung aufgebracht ist.
15. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschluss-  
teil einen ersten Teil einer Durchführung darstellt.
- 15 16. Elektrodensystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchführung weiterhin einen zweiten, endständigen Teil umfasst, der insbesondere ein Niobstift ist.
17. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschluss-  
teil im wesentlichen denselben Durchmesser wie der Schaft hat, insbesondere dass  
20 deren Durchmesser weniger als 30 % voneinander abweichen.
18. Elektrodensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Distanzstückes lokal reduziert ist.
19. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der  
Wicklung (11) am entladungsfernen Ende reduziert ist.
- 25 20. Hochdruckentladungslampe mit mindestens einem Elektrodensystem nach Anspruch 1, wobei die Lampe ein Entladungsgefäß (2) mit zwei Enden aufweist, wobei das Elektrodensystem in eines oder in beide dieser Enden des Entladungsgefäßes

eingesetzt ist, wobei das Entladungsgefäß (2) insbesondere aus Keramik gefertigt ist.

## **Zusammenfassung**

### **Elektrodensystem für eine Hochdruckentladungslampe**

Das Elektrodensystem (13) für eine Hochdruckentladungslampe besteht zumindest aus einem stiftförmigen Schaft (4) mit einer in der Nähe des entladungsseitigen freien Endes aufgebrachten Wendel (5) als Kopf und einem damit verbundenen Anschlussstück (8), wobei auf dem Anschlussstück (8) eine umhüllende Wicklung (11) aufgebracht ist, wobei Wendel und Wicklung über ein Distanzstück (24) miteinander verbunden sind.

Fig. 3



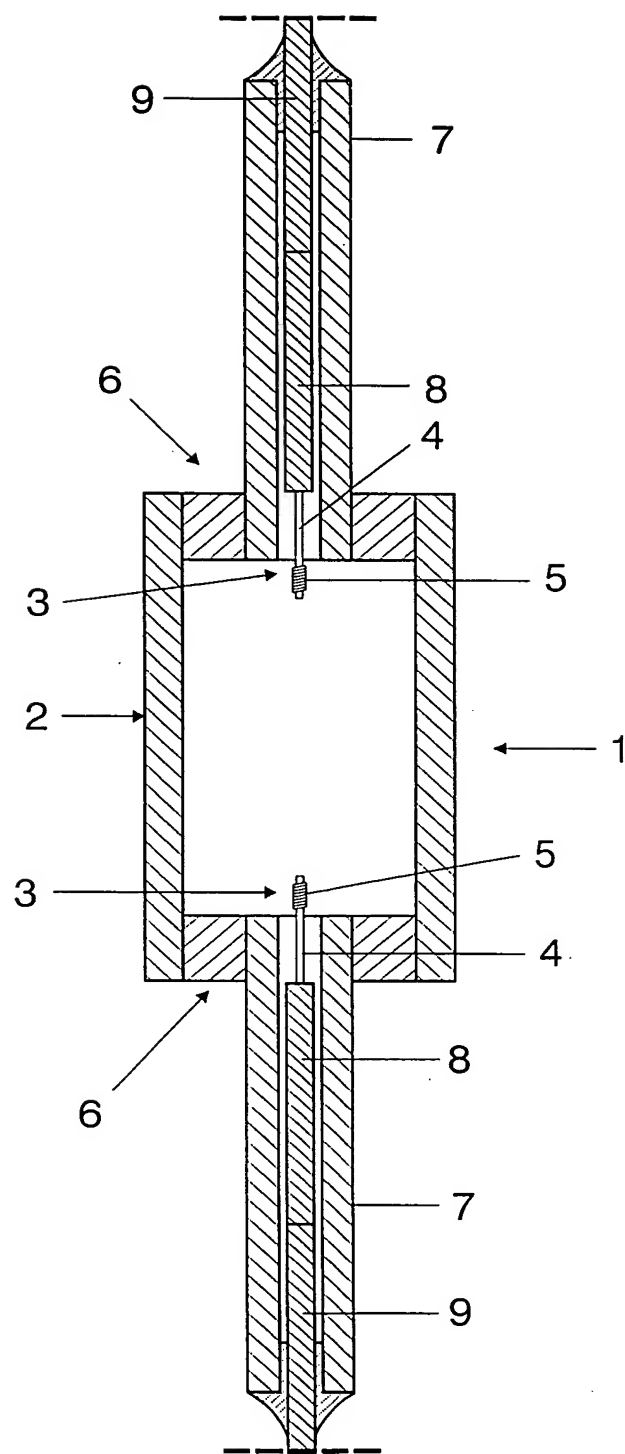


FIG 1

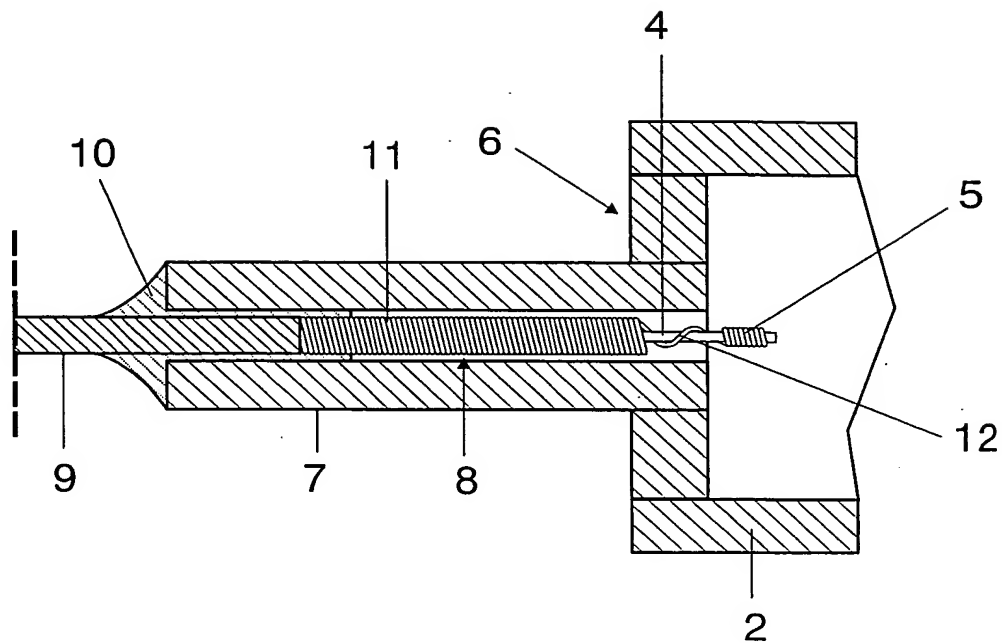


FIG 2

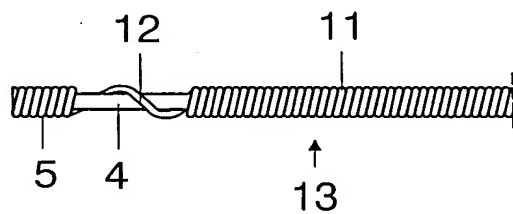


FIG 3

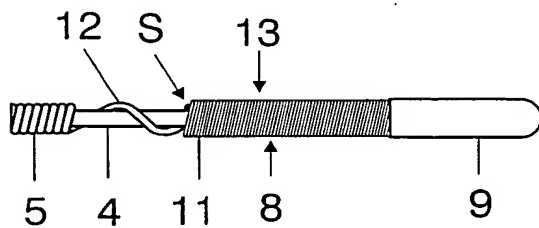


FIG 4

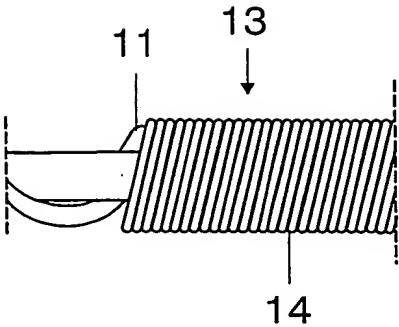


FIG 5

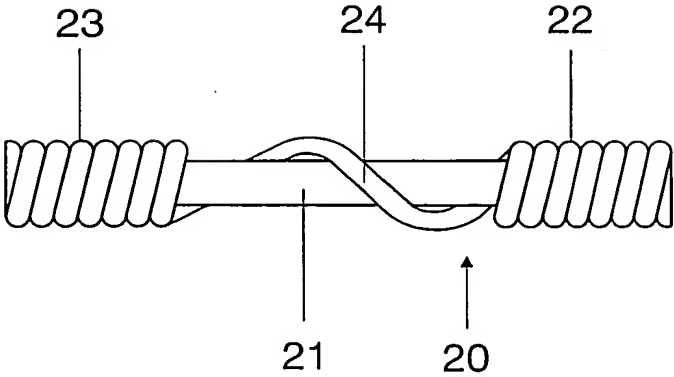


FIG 6

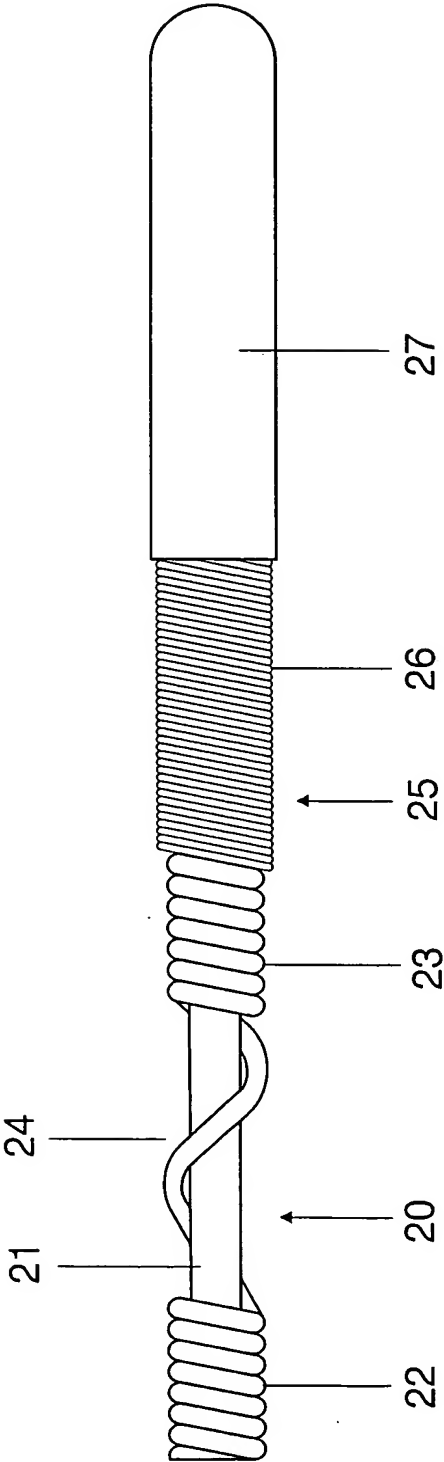


FIG 7

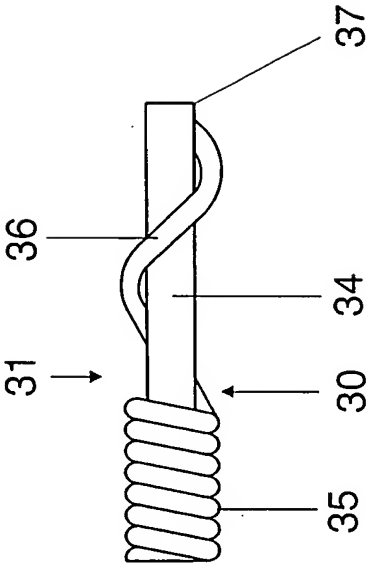


FIG 8a

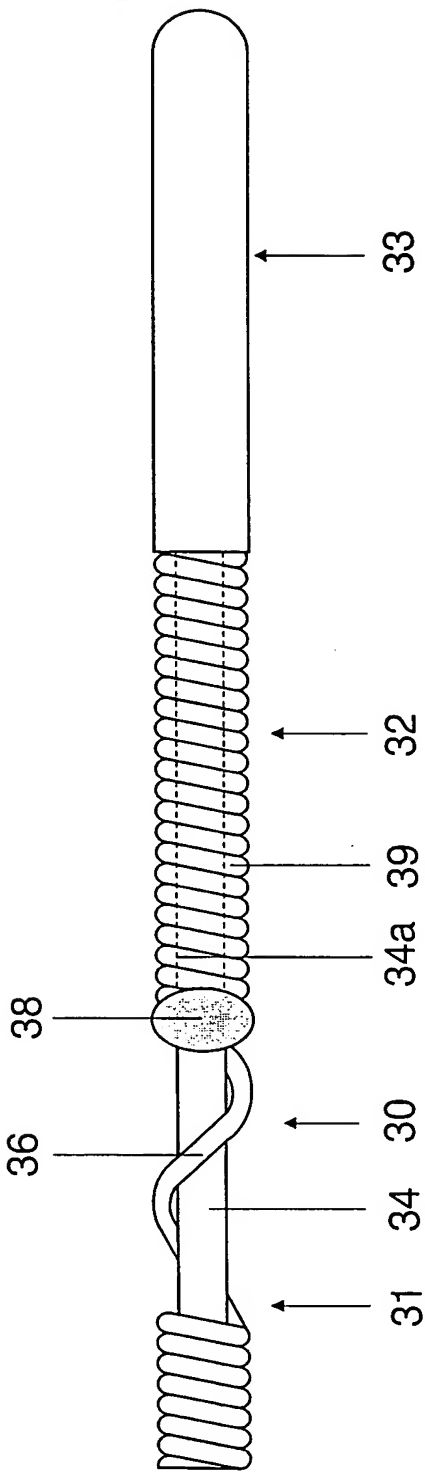


FIG 8b

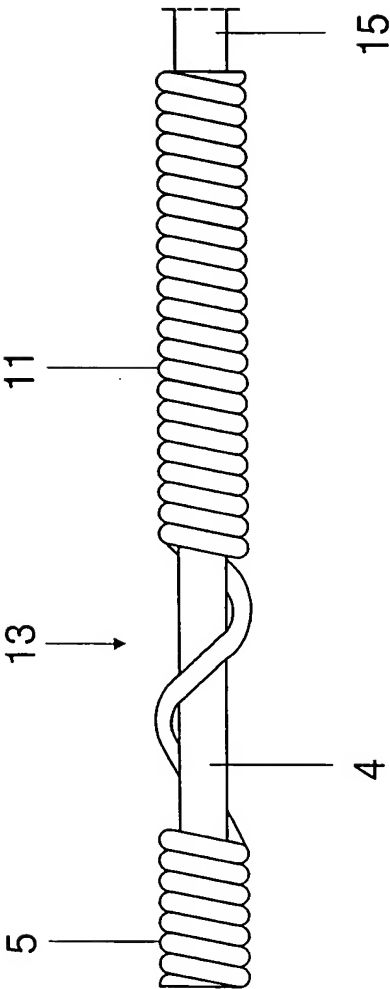


FIG 9

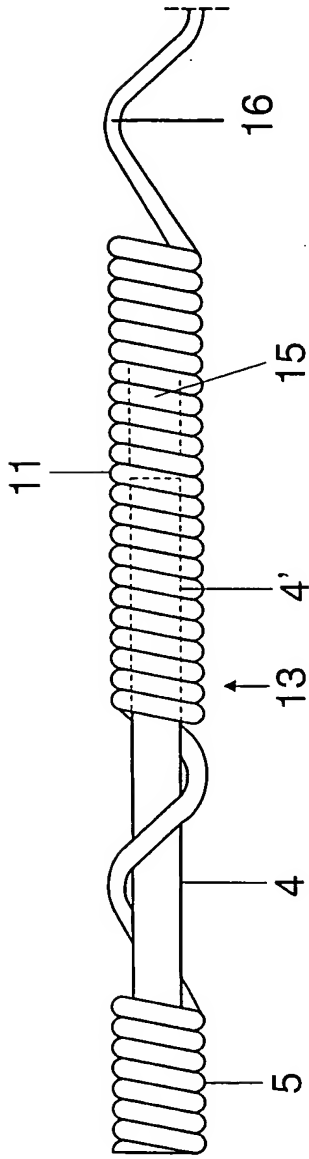


FIG 10

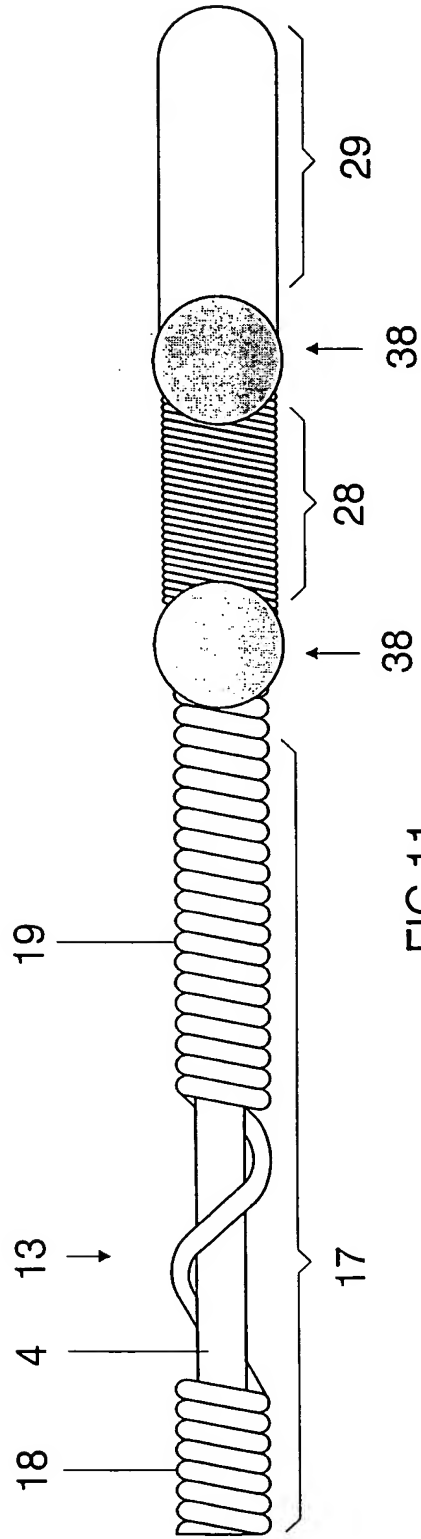


FIG 11

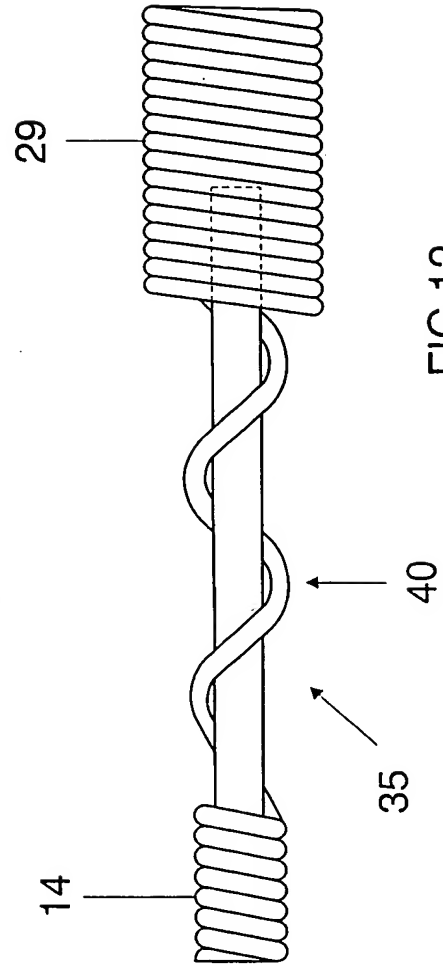


FIG 12

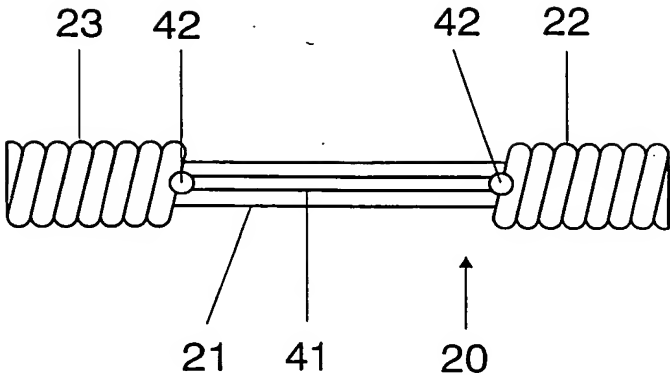


FIG 13

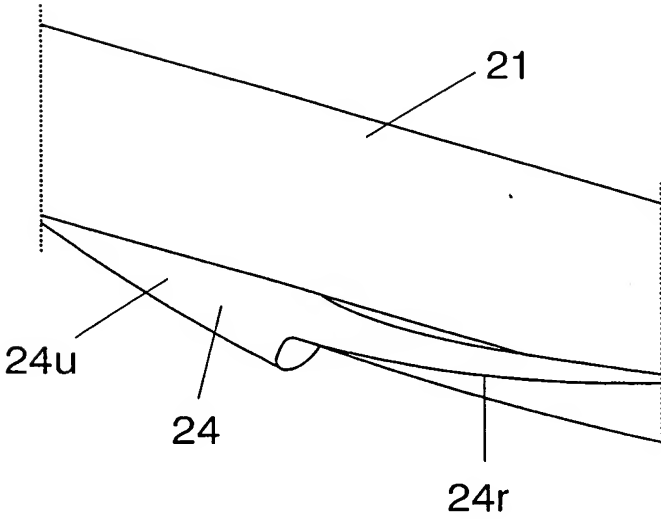


FIG 14

